

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

JPA 10-242103

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10242103 A

(43) Date of publication of application: 11.09.98

(51) Int. Cl.

H01L 21/304
B08B 3/12

(21) Application number: 09038080

(22) Date of filing: 21.02.97

(71) Applicant: MARUWA
SEISAKUSHO:KK CANON INC

(72) Inventor: UEHARA FUMIO
HARADA KENICHI
SAKAGUCHI KIYOBUMI
YANAGIDA KAZUTAKA

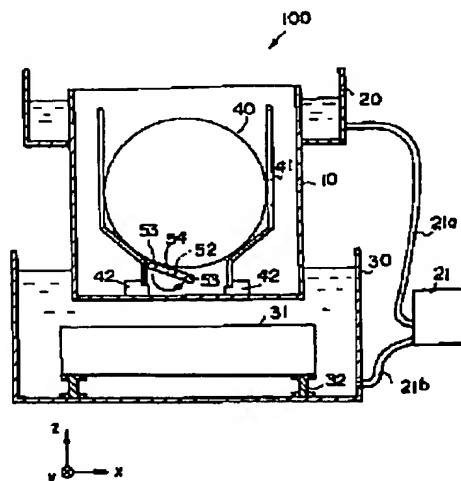
(54) WAFER TREATING APPARATUS

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the contamination of a wafer with particles and uniformly treat the wafer by perfectly dipping the wafer in a treating liq., rotating the wafer on its axis off from just under the gravitation center of the wafer, and feeding an ultrasonic wave to a treating tank.

SOLUTION: For treating a wafer 40, it is dipped in a treating liq. filling a wafer treating tank 10 having a depth enough to perfectly dip the wafer, and ultrasonic tank 30 is disposed in a lower part of the tank 10 to transmit an ultrasonic wave to the tank 10. The tank 30 contains an adjuster 32 to optimize the ultrasonic wave to be fed to the wafer 40, thereby rotating the wafer with a wafer rotator disposed below the wafer and moved up and down. This efficiently transmits the rotation torque and ultrasonic wave to the wafer 40.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-242103

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月11日

(51) Int. Cl. ⁶
H01L 21/304
341
B08B 3/12

F I
H01L 21/304 341 T
341 M
B08B 3/12 C

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全13頁)

(21) 出願番号 特願平9-38080

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月21日

(71) 出願人 597024876

株式会社丸和製作所

東京都八王子市下恩方町308番23号

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 上原 二三男

東京都八王子市下恩方町308番23号 株式
会社丸和製作所内

(72) 発明者 原田 賢一

東京都八王子市下恩方町308番23号 株式
会社丸和製作所内

(74) 代理人 弁理士 大塚 康徳 (外1名)

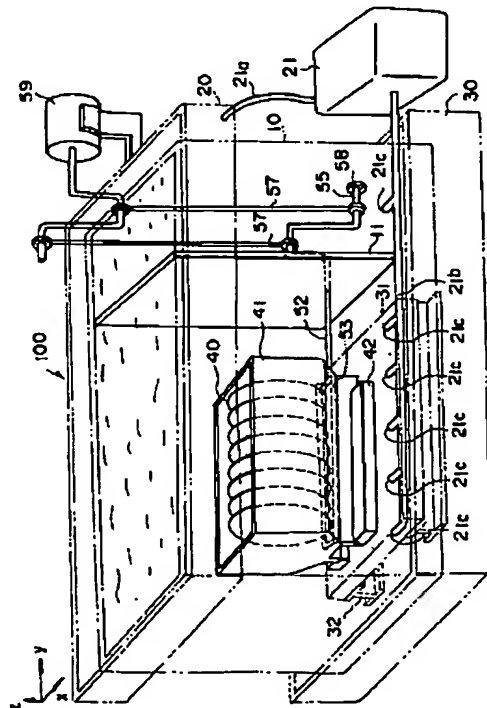
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウェハ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 パーティクルによるウェハの汚染を防止すると共にウェハに施す処理を均一化する。

【解決手段】 ウェハ処理槽10の下方には、超音波層30が設けられており、この超音波層30からウェハ処理槽10に超音波を誘導しながらウェハ40を処理する。また、ウェハ40の処理は、ウェハ40をウェハ処理槽10に完全に浸漬した状態で、ウェハ回転ロッド53によりウェハ40を回転させながら行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ウェハを処理液に浸漬して処理するウェハ処理装置であって、

ウェハを処理液中に完全に浸漬し得る深さを有する処理槽と、

ウェハホルダにより保持された 1 または複数のウェハを、該 1 または複数のウェハの重心の直下から外れた軸を中心として回転するウェハ回転部材により回転させるウェハ回転手段と、

前記処理槽に超音波を誘導する超音波誘導手段と、

を備えることを特徴とするウェハ処理装置。

【請求項 2】 ウェハに回転力を伝達するための部材として、ウェハホルダにより保持される 1 または複数のウェハの下方に、前記ウェハ回転部材のみが配されていることを特徴とする請求項 1 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 3】 前記ウェハ回転部材は、前記軸と略平行な少なくとも 1 本の棒状部材を含み、各棒状部材は、前記軸を中心として回転することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 4】 前記の各棒状部材の径は、該棒状部材が前記軸を中心として回転することにより仮想的に形成される円筒の径よりも十分に小さいことを特徴とする請求項 3 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 5】 前記の各棒状部材は、ウェハの外周部と係合する溝を有することを特徴とする請求項 3 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 6】 前記溝は、V 型であることを特徴とする請求項 5 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 7】 前記の各棒状部材を前記軸の方向に切断した断面は、略正弦波状の形状を有することを特徴とする請求項 3 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 8】 前記の各棒状部材を前記軸の方向に切断した断面は、略全波整流波状の形状を有することを特徴とする請求項 3 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 9】 前記ウェハ回転手段は、前記処理槽の外部に配された駆動力発生手段と、前記駆動力発生手段が発生した駆動力を前記ウェハ回転部材に伝達して前記ウェハ回転部材を回転させるための駆動力伝達手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 1 0】 処理すべきウェハ側と前記駆動力伝達手段側とに前記処理槽を分離する分離部材をさらに備えることを特徴とする請求項 9 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 1 1】 前記駆動力伝達手段は、前記駆動力発生手段が発生した駆動力をクランク機構により伝達することを特徴とする請求項 9 または請求項 1 0 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 1 2】 前記処理槽は、オーバーフロー層を含む循環機構を有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 1 3】 前記循環機構は、パーティクルによるウェハの汚染を軽減するための汚染軽減手段を有することを特徴とする請求項 1 2 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 1 4】 前記汚染軽減手段は、フィルタを含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 1 5】 前記汚染軽減手段は、前記処理槽内における処理液の流れを調整する手段を含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載のウェハ処理装置。

10 【請求項 1 6】 前記超音波誘導手段は、超音波槽と、超音波源とを有し、前記処理槽は、前記超音波槽に入れられた超音波伝達媒体を介して超音波を伝達されることを特徴とする請求項 1 5 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 1 7】 前記超音波源と処理すべきウェハとの相対的な位置関係を変動させるための駆動手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 1 8】 前記駆動手段は、前記超音波源を前記超音波槽内で移動させることを特徴とする請求項 1 7 に記載のウェハ処理装置。

20 【請求項 1 9】 前記処理槽及び前記ウェハ回転手段の構成部材のうち少なくとも処理液と接触する部分は、石英またはプラスチックで構成されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のウェハ処理装置。

【請求項 2 0】 前記処理槽及び前記ウェハ回転手段の構成部材のうち少なくとも処理液と接触する部分は、弗素樹脂、塩化ビニール、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブチレンテレフタレート (PBT) またはポリエーテルエーテルケトン (PEEK) のいずれかで構成されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のウェハ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、ウェハ処理装置に係り、特に、ウェハを処理液中に浸漬して処理するウェハ処理装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】ウェハ処理の代表例として洗浄処理が挙げられる。ウェハの洗浄処理における 1 つの課題はその高速化にある。特開平 8 - 2 9 3 4 7 8 号において、ウェハを回転させると共に超音波を供給することにより洗浄効率を高めたウェハ洗浄方法及び該方法を実施するための装置が開示されている。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】特開平 8 - 2 9 3 4 7 8 号に開示されたウェハ洗浄方法は、ウェハの洗浄は洗浄液と気体との界面において最も効率的になされとの認識に基づくものである。したがって、このウェハ洗浄方法は、洗浄液と気体との界面においてウェハにパーティクルが吸着するという不可避な問題点を有する。

50 【0 0 0 4】また、特開平 8 - 2 9 3 4 7 8 号に開示さ

れたウェハ洗浄装置は、ウェハを回転させるためのカム機構がウェハの直下に備えられているために、ウェハに対する回転力の伝達が効率的になされないとい問題があった。また、このウェハ洗浄装置においては、前記カム機構がウェハの下方を完全に遮るように配置されているために超音波の伝達が阻害され、その結果、ウェハの中央部と周辺部との間で超音波の強度差が生じ、ウェハに対する処理が不均一になる。この不均一性はウェハの回転によっては除去し得ない。

【0005】本発明は、洗浄処理、エッチング処理を含む様々なウェハ処理に関し、パーティクルによるウェハの汚染の問題を解決することを目的とする。

【0006】また、本発明は、ウェハに施す処理を均一化することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係るウェハ処理装置は、ウェハを処理液に浸漬して処理するウェハ処理装置であって、ウェハを処理液中に完全に浸漬し得る深さを有する処理槽と、ウェハホルダにより保持された1または複数のウェハを、該1または複数のウェハの重心の直下から外れた軸を中心として回転するウェハ回転部材により回転させるウェハ回転手段と、前記処理槽に超音波を誘導する超音波誘導手段と、を備えることを特徴とする。

【0008】前記ウェハ処理装置は、ウェハに回転力を伝達するための部材として、ウェハホルダにより保持される1または複数のウェハの下方に、前記ウェハ回転部材のみが配されていることが好ましい。

【0009】前記ウェハ処理装置において、前記ウェハ回転部材は、前記軸と略平行な少なくとも1本の棒状部材を含み、各棒状部材は、前記軸を中心として回転することが好ましい。

【0010】前記ウェハ処理装置において、前記の各棒状部材の径は、該棒状部材が前記軸を中心として回転することにより仮想的に形成される円筒の径よりも十分に小さいことが好ましい。

【0011】前記ウェハ処理装置において、前記の各棒状部材は、ウェハの外周部と係合する溝を有することが好ましい。

【0012】前記ウェハ処理装置において、前記の各棒状部材を前記軸の方向に切断した断面は、略正弦波状の形状を有することが好ましい。

【0013】前記ウェハ処理装置において、前記の各棒状部材を前記軸の方向に切断した断面は、略全波整流波状の形状を有することが好ましい。

【0014】前記ウェハ処理装置において、前記ウェハ回転手段は、前記処理槽の外部に配された駆動力発生手段と、前記駆動力発生手段が発生した駆動力を前記ウェハ回転部材に伝達して前記ウェハ回転部材を回転させるための駆動力伝達手段をさらに有することが好ましい。

【0015】前記ウェハ処理装置は、処理すべきウェハ側と前記駆動力伝達手段側とに前記処理槽を分離する分離部材をさらに備えることが好ましい。

【0016】前記ウェハ処理装置において、前記駆動力伝達手段は、前記駆動力発生手段が発生した駆動力をクランク機構により伝達することが好ましい。

【0017】前記ウェハ処理装置において、前記処理槽は、オーバーフロー層を含む循環機構を有することが好ましい。

【0018】前記ウェハ処理装置において、前記循環機構は、パーティクルによるウェハの汚染を軽減するための汚染軽減手段を有することが好ましい。

【0019】前記ウェハ処理装置において、前記汚染軽減手段は、フィルタを含むことが好ましい。

【0020】前記ウェハ処理装置において、前記汚染軽減手段は、前記処理槽内における処理液の流れを調整する手段を含むことが好ましい。

【0021】前記ウェハ処理装置において、前記超音波誘導手段は、超音波槽と、超音波源とを有し、前記処理槽は、前記超音波槽に入れられた超音波伝達媒体を介して超音波を伝達されることが好ましい。

【0022】前記ウェハ処理装置は、前記超音波源と処理すべきウェハとの相対的な位置関係を変動させるための駆動手段をさらに備えることが好ましい。

【0023】前記ウェハ処理装置において、前記駆動手段は、前記超音波源を前記超音波槽内で移動させることが好ましい。

【0024】前記ウェハ処理装置は、前記処理槽及び前記ウェハ回転手段の構成部材のうち少なくとも処理液と接触する部分は、石英またはプラスチックで構成されていることが好ましい。

【0025】前記ウェハ処理装置は、前記処理槽及び前記ウェハ回転手段の構成部材のうち少なくとも処理液と接触する部分は、弗素樹脂、塩化ビニール、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブチレンテレフタレート（PBT）またはポリエーテルエーテルケトン（PEEK）のいずれかで構成されていることが好ましい。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態を説明する。

【0027】〔第1の実施の形態〕図1は、本発明の第1の実施の形態に係るウェハ処理装置の概略構成を示す斜視図である。また、図2は、図1に示すウェハ処理装置の断面図である。

【0028】この実施の形態に係るウェハ処理装置100のうち処理液が接触し得る部分は、用途に応じて、石英、プラスチック等で構成することが好ましい。プラスチックとしては、例えば、弗素樹脂、塩化ビニール、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブチレンテレフタレート（PBT）またはポリエーテルエーテルケトン（P

EEK)等が好適である。このうち弗素樹脂としては、例えば、PVDF、PFA、PTFE等が好適である。

【0029】このウェハ処理装置100は、ウェハ処理槽10と、オーバーフロー槽20と、超音波槽30と、ウェハ40を回転させるためのウェハ回転機構(52～59)とを有する。

【0030】ウェハを処理する際には、ウェハ処理槽10に処理液(例えば、エッチング液、洗浄液等)を満たす。ウェハ処理槽10の上部の周囲には、ウェハ処理槽10から溢れた処理液を一旦貯留するためのオーバーフロー槽20が設けられている。オーバーフロー槽20に一旦貯留された処理液は、オーバーフロー槽20の底部から循環器21に向けて排出パイプ21aを通して排出される。循環器21は、排出された処理液をフィルタリングしてパーティクルを除去し、供給パイプ21bを介してウェハ処理槽10の底部に送り出す。したがって、ウェハ処理槽10内のパーティクルが効率的に除去される。

【0031】ウェハ処理槽10の深さは、ウェハ40が完全に埋没する深さにする必要がある。これにより処理液と大気との界面においてパーティクルがウェハ40に吸着することを防止することができ、また、ウェハ40をより均一に処理することができる。

【0032】ウェハを処理液中に完全に浸漬して処理した場合は、処理液中においてウェハにパーティクルが付着したとしても、そのパーティクルが処理液中に戻る事が容易である。しかしながら、ウェハの一部のみを処理液中に浸漬する場合は、処理液と大気との界面で付着したパーティクルはウェハから離れにくく、ウェハに付着したまま大気中に晒されることになる。このようにして付着したパーティクルは、その付着部分が再び処理液中に浸漬されてもウェハから離れにくい。特に、ウェハの表面が疎水性を有する場合(例えば、シリコン酸化膜が形成されていないシリコンウェハ等)は、ウェハの表面が乾燥状態に晒されるために、パーティクルがウェハの表面に完全に吸着し、その除去が一層困難になる。

【0033】ウェハ処理槽10の下部には、超音波槽30が配置されている。超音波槽30の内部には、調整機構32により超音波源31が支持されている。この調整機構32には、超音波源31とウェハ処理槽10(ウェハ40)との相対的な位置関係を調整するための機構として、超音波源31の上下方向の位置を調整するための機構と、水平方向の位置を調整する機構とを有し、この機構により、ウェハ処理槽10、より詳しくはウェハ40に供給される超音波を最適化することができる。超音波源31は、発生する超音波の周波数や強度を調整する機能を備えることが好ましく、これにより超音波の供給をさらに最適化することができる。

【0034】このように、ウェハ40に対する超音波の供給を最適化するための機構を備えることにより、多様

な種類のウェハに個別に対応可能になる。さらに、ウェハ40を処理しながら、調整機構32により超音波源31の位置を揺動させることにより、ウェハ40に施す処理を均一化することができる。また、ウェハ40を処理しながら超音波の周波数を変動させることによっても、ウェハ40に施す処理を均一化することができる。

【0035】超音波槽30には、超音波伝達媒体(例えば、水)が満たされており、この超音波伝達媒体によりウェハ処理槽10に超音波が伝達される。

【0036】ウェハ40は、ウェハホルダ41によってウェハ処理槽10の底面に対して略垂直に保持される。ウェハホルダ41は、ウェハ処理槽10に対して着脱可能である。ウェハホルダ41としては、一般的に使用されているキャリアカセットが好適である。ウェハホルダ41は、ウェハ処理槽10の底面に固定された位置合わせ部材42により所定位置にセットされる。

【0037】ウェハ40の下方には、ウェハ40を上下動させながら回転させるためのウェハ回転部材50が配置されている。図3は、ウェハ回転部材50の構成例を示す斜視図である。

【0038】ウェハ回転部材50は、略平行に配された2本のウェハ回転ロッド53を連結ロッド54により連結し、連結ロッド54の略中心位置に回転軸52が連結されている。ウェハ回転部材50は、この回転軸52を軸支持部材11により回転可能に支持されている。なお、回転軸52の反対側にも回転軸を設けても良い。

【0039】このように、ウェハ回転ロッド53が回転して仮想的に形成される円筒の径よりもウェハ回転ロッド53の径を十分に小さくすることによって、ウェハ40に対する回転トルクの伝達を効率化すると共に超音波の伝達を効率化することができる。通常、ウェハ処理槽10の底面と液面との間には定在波、すなわち、超音波の強度が強い部分と弱い部分とが形成されるが、このウェハ処理装置100は、ウェハ回転部材50の回転によりウェハ40を上下動させながら回転させるため、ウェハ40に施す処理を均一化することができる。

【0040】このウェハ回転部材50は、ウェハ処理槽10の底面とウェハ40との間で超音波の伝達を阻害する部材を最小化した構造を有するため、ウェハ40に対する超音波の伝達を極めて効率化することができる。また、ウェハ回転部材50は、処理液を攪拌する機能をも有し、この攪拌によってもウェハ40に施す処理が均一化される。

【0041】ところで、ウェハ回転ロッド53は、ウェハ40と接触する際の摩擦力を高めることができる形状にすることが好ましい。これは、超音波を印加した際にウェハ40とウェハ回転ロッド53とが滑ることを防止するためである。

【0042】図6は、ウェハ回転ロッド53の他の構成例を示す断面図である。このウェハ回転ロッド53に

は、ウェハ40と係合する多数のV型の溝53aが鋸状に設けられている。このように、ウェハ回転ロッド53の表面をウェハ40を挟むような形状にすることにより、超音波を印加した際のウェハ40とウェハ回転ロッド53との滑りを抑制することができる。

【0043】図7は、ウェハ回転ロッド53のさらに他の構成例を示す断面図である。このウェハ回転ロッド53の断面は、正弦波状の形状を有し、ウェハ40の外周部と略面接触的に接触すると共にウェハ40を挟むことができる。したがって、超音波を印加した際のウェハ40とウェハ回転ロッド53との滑りを抑制する効果が高い。

【0044】さらに、このウェハ回転ロッド53は、図6に示すウェハ回転ロッド53の如き鋭角的な部分を持たないため、ウェハ40との接触時において発生し得るパーティクルを低減することができる。この効果は、例えば、全波整流波状の溝53cを備えることによっても達成される。

【0045】図8は、ウェハ回転ロッド53の断面形状の例を示す図である。ウェハ回転ロッド53の断面形状としては、種々の形状を採用し得る。例えば、図8

(a)の如き円形であっても良いし、図8(b)の如き楕円形であっても良いし、図8(c)の如き形状であっても良い。

【0046】ウェハ回転部材50の回転軸52は、ウェハ40の重心位置の直下からウェハホルダ41の側壁方向(x軸方向)にずれた位置に配置されることが好ましい。

【0047】ウェハ回転ロッド50の回転方向は特に限定されないが、図2に示すように、ウェハ40の重心の直下に近い方のウェハ回転ロッド53によってウェハ40を持ち上げる方向(以下、持ち上げ方向)が好ましい。この持ち上げ方向にウェハ回転ロッド50を回転させるとウェハ40に対して略垂直方向に力が作用するため、ウェハ40とウェハホルダ41の側壁との間の摩擦が小さいからである。

【0048】図4は、ウェハ回転部材50を持ち上げ方向に回転させた場合のウェハ40の運動を示す図である。同図において、Aは持ち上げ方向、Bはウェハ40の回転方向を示している。ウェハ40は、(a)に示す状態より、その重心の直下側のウェハ回転ロッド53により略垂直方向に持ち上げられながらB方向に回転する。そして、(b)に示す状態を経て、ウェハ回転ロッド53が180度回転することにより(a)に示す状態に戻る。したがって、ウェハ40は、上下に揺動しながら回転することになる。

【0049】このウェハ回転部材50は、2本のウェハ回転ロッド53が円筒状をなすように回転するため、オリエンテーション・フラットを有するウェハに対しても適切に回転力を伝達することができる。図5は、オリエ

ンテーション・フラットを有するウェハ40の運動を示す図である。

【0050】なお、ウェハ回転ロッド53の本数は、ウェハ40の回転・上下動を効率化しつつ超音波の伝達を阻害しないようにするためには、上記のように2本とすることが好ましい。しかし、ウェハ回転ロッド53の本数は1本であっても良く、この場合にもウェハ40を回転・上下動させることはできる。また、超音波の伝達の阻害が許容できる範囲であれば、ウェハ回転ロッド53の本数を3本以上(例えば、これらを円筒状に配置する)であっても良い。

【0051】図9は、モータ59が発生する駆動トルクをウェハ回転部材50の回転軸52に伝達する機構を示す図である。モータ59が発生する駆動トルクは、クランク58及び連結ロッド57を介してクランク55に伝達される。クランク55の一端は、回転軸52と勘合するように連結され、他端は軸受58によって回動可能に支持されている。回転軸52は、軸支持部材11に設けられた軸受部11aによって回動可能に支持されており、クランク55から駆動トルクを伝達されて回転する。

【0052】ウェハ回転機構は上記の構成に限定されず、各ウェハ回転ロッド11を同一方向に回転させることができれば十分である。例えば、モータ19が発生する駆動トルクをウェハ回転部材40に伝達するために、クランク機構の代わりに傘歯ギアやベルト等を用いても良い。

【0053】この実施の形態においては、軸支持部材11によって、ウェハ40側とクランク55側とを仕切っている。これは、クランク55と連結ロッド57との摩擦、クランク55と軸受部58との摩擦によって発生し得るパーティクルがウェハ40側に流動することを防止するためである。

【0054】パーティクルがウェハ40側に流動することをより完全に防止するためには、図1に示すように、軸支持部材11をウェハ処理槽10の上端(若しくはさらにその上)まで伸してウェハ処理槽10を2分することが好ましい。

【0055】ただし、軸受部11aを介して、クランク55側で発生したパーティクルがウェハ40側に流動する可能性や、軸受部11aにおいてパーティクルが発生する可能性はある。

【0056】そこで、このウェハ処理装置100は、処理液をウェハ処理槽10に供給する供給口21cをウェハ処理槽10の底部付近に配置して、ウェハ処理槽10の底部から上方に向かって処理液が循環するように構成してある。さらに、このウェハ処理装置100は、ウェハ40側に供給口21cを多数配置することにより、クランク55側の処理液がウェハ40側に移動しないように、処理液の流動方向を調整している。したがって、ク

ランク 5 5 側で発生し得るパーティクルによるウェハ 4 0 の汚染の可能性が低減される。

【 0 0 5 7 】なお、このようなパーティクルによるウェハ 4 0 の汚染を防止する手段は他にもある。例えば、各供給口 2 1 c の径を調整することが好適である。

【 0 0 5 8 】【第 2 の実施の形態】この実施の形態は、第 1 の実施の形態に係るウェハ処理装置を適用したウェハ処理方法及び該ウェハ処理方法を工程の一部に含む半導体基板の製造方法を提供する。

【 0 0 5 9 】図 1 0 は、半導体ウェハの製造方法を示す工程図である。概略的に説明すると、この製造方法は、単結晶シリコン基板に多孔質シリコン層を形成し、該多孔質シリコン層の上に非多孔質層を形成し、その上に好ましくは絶縁膜を形成した第 1 の基板と、別途用意した第 2 の基板とを、該絶縁膜を挟むようにして張り合わせた後に、第 1 の基板の裏面から単結晶シリコン基板を除去し、さらに多孔質シリコン層をエッチングして半導体基板を製造するものである。

【 0 0 6 0 】以下、図 1 0 を参照しながら半導体基板の具体的な製造方法を説明する。

【 0 0 6 1 】先ず、第 1 の基板を形成するための単結晶 Si 基板 5 0 1 を用意して、その主表面上に多孔質 Si 層 5 0 2 を形成する（図 1 0 (a) 参照）。次いで、多孔質 Si 層 5 0 2 の上に少なくとも一層の非多孔質層 5 0 3 を形成する（図 1 0 (b) 参照）。非多孔質層 5 0 3 としては、例えば、単結晶 Si 層、多結晶 Si 層、非晶質 Si 層、金属膜層、化合物半導体層、超伝導体層等が好適である。また、非多孔質層 5 0 3 には、MOSFET 等の素子を形成しても良い。

【 0 0 6 2 】非多孔質層 5 0 3 の上には、SiO₂ 層 5 0 4 を形成し、これを第 1 の基板とすることが好ましい（図 1 0 (c) 参照）。この SiO₂ 層 5 0 4 は、後続の工程で第 1 の基板と第 2 の基板 5 0 5 とを貼り合わせた際に、その貼り合わせの界面の界面準位を活性層から離すことができるという意味でも有用である。

【 0 0 6 3 】次いで、SiO₂ 層 5 0 4 を挟むようにして、第 1 の基板と第 2 の基板 5 0 5 とを室温で密着させる（図 1 0 (d) 参照）。その後、陽極接合処理、加圧処理、あるいは必要に応じて熱処理を施すこと、あるいはこれらの処理を組み合わせることにより、貼り合わせを強固なものにしても良い。

【 0 0 6 4 】非多孔質層 5 0 3 として、単結晶 Si 層を形成した場合には、該単結晶 Si 層の表面に熱酸化等の方法によって SiO₂ 層 5 0 3 を形成した後に第 2 の基板 5 0 5 と貼り合わせることが好ましい。

【 0 0 6 5 】第 2 の基板 5 0 5 としては、Si 基板、Si 基板上に SiO₂ 層を形成した基板、石英等の光透過性の基板、サファイヤ等が好適である。しかし、第 2 の基板 5 0 5 は、貼り合わせに供される面が十分に平坦であれば十分であり、他の種類の基板であっても良い。

【 0 0 6 6 】なお、図 1 0 (d) は、SiO₂ 層 5 0 4 を介して第 1 の基板と第 2 の基板とを貼り合わせた状態を示しているが、この SiO₂ 層 5 0 4 は、非多孔質層 5 0 3 または第 2 の基板が Si でない場合には設けなくても良い。

【 0 0 6 7 】また、貼り合わせの際には、第 1 の基板と第 2 の基板との間に絶縁性の薄板を挟んでも良い。

【 0 0 6 8 】次いで、多孔質 Si 層 5 0 3 を境にして、第 1 の基板を第 2 の基板より除去する（図 1 0 (e) 参照）。除去の方法としては、研削、研磨或いはエッチング等による第 1 の方法（第 1 の基板を廃棄）と、多孔質層 5 0 3 を境にして第 1 の基板と第 2 の基板とを分離する第 2 の方法とがある。第 2 の方法の場合、分離された第 1 の基板に残留した多孔質 Si を除去し、必要に応じてその表面を平坦化することにより再利用することができる。

【 0 0 6 9 】次いで、多孔質 Si 層 5 0 2 を選択的にエッチングして除去する（図 1 0 (f) 参照）。このエッチングには、ウェハ処理装置 1 0 が好適である。このウェハ処理装置は、ウェハ（この場合、図 1 0 (e) に示すウェハ）をエッチング液に完全に浸漬して運動（例えば、回転運動、上下運動等）させながら、超音波を供給するため、パーティクルによるウェハの汚染が少なく、エッチング処理が均一化される。さらに、このウェハ処理装置に拠れば、多孔質層のエッチング時間が短くなり、非多孔質層 5 0 3 と多孔質層 5 0 4 とのエッチング選択比が高くなる。エッチング時間が短くなるのは、超音波によりエッチングが促進されるからであり、エッチング選択比が高くなるのは、超音波によるエッチングの促進は、非多孔質層 5 0 3 よりも多孔質層 5 0 4 に対して顕著に起こるからであると考えられる。

【 0 0 7 0 】非多孔質層 5 0 3 が単結晶 Si である場合は、Si の通常のエッチング液の他、以下のエッチング液が好適である。

【 0 0 7 1 】(a) 弗酸

(b) 弗酸にアルコールおよび過酸化水素水の少なくとも一方を添加した混合液

(c) バッファード弗酸

(d) バッファード弗酸にアルコールおよび過酸化水素水の少なくとも一方を添加した混合液

(e) 弗酸・硝酸・酢酸の混合液

これらのエッチング液により、多孔質層 5 0 2 を選択的にエッチングし、その下層である非多孔質層 5 0 3 （単結晶 Si）を残すことができる。このようなエッチング液による選択的なエッチングが容易なのは、多孔質 Si は、膨大な表面積を有するため、非多孔質 Si 層に対してエッチングの進行が極めて速いためである。

【 0 0 7 2 】図 1 0 (e) は、上記の製造方法により得られる半導体基板を模式的に示している。この製造方法に拠れば、第 2 の基板 5 0 5 の表面の全域に亘って、非

多孔質層503(例えば、単結晶Si層)が平坦かつ均一に形成される。

【0073】例えば、第2の基板505として絶縁性の基板を採用すると、上記製造方法によって得られる半導体基板は、絶縁された電子素子の形成に極めて有用である。

【0074】次に、ウェハ処理装置100によるウェハ処理及び該ウェハ処理を工程の一部に含む半導体ウェハの製造方法に関する実施例を説明する。

【0075】【実施例1】この実施例は洗浄処理に関する。 10

【0076】超純水が満たされたウェハ処理槽10内にウェハをセットし、ウェハを回転させながら、約1MHzの超音波を印加してウェハを洗浄した。この洗浄によりウェハ表面のパーティクルの90%以上が除去され、また、パーティクルの除去はウェハ表面において均一になされた。

【0077】【実施例2】この実施例は、アンモニア、過酸化水素水、純水の混合液による洗浄処理に関する。この混合液による洗浄はシリコンウェハの表面のパーティクルを除去するために好適である。 20

【0078】約80℃のアンモニア、過酸化水素水、純水の混合液が満たされたウェハ処理槽10内にシリコンウェハをセットし、該ウェハを回転させながら、約1MHzの超音波を印加して、該ウェハを洗浄した。この洗浄によりウェハ表面のパーティクルの95%以上が除去され、また、パーティクルの除去はウェハ表面において均一になされた。

【0079】【実施例3】この実施例は、シリコン層のエッチングに関する。 30

【0080】弗酸、硝酸、酢酸を1:200:200の割合で混合した混合液が満たされたウェハ処理槽10内にシリコンウェハをセットし、該ウェハを回転させながら、約0.5MHzの超音波を印加して、該ウェハの表面を30秒間エッチングした。この結果、シリコンウェハが均一に約1.0μmエッチングされた。この時のエッチング速度の均一性は、ウェハの面内及びウェハ間で±5%以下であった。

【0081】【実施例4】この実施例は、SiO₂層のエッチング処理に関する。SiO₂層のエッチングには 40 弗酸が好適である。

【0082】1.2%の弗酸が満たされたウェハ処理槽10内に、SiO₂層が形成されたウェハをセットし、該ウェハを回転させながら、約0.5MHzの超音波を

電流密度 : 7 (mA/cm²)

陽極化成溶液 : HF:H₂O:C₂H₅OH=1:1:1

時間 : 11 (min)

多孔質Siの厚み: 12 (μm)

次いで、この基板を酸素雰囲気中において400℃で1時間酸化させた。この酸化により多孔質Si層502の 50

印加して、SiO₂層を30秒間エッチングした。この結果、SiO₂層が均一に約4nmエッチングされた。この時のエッチング速度の均一性は、ウェハの面内及びウェハ間で±3%以下であった。

【0083】【実施例5】この実施例は、Si₃N₄層のエッチング処理に関する。Si₃N₄層のエッチングには熱濃燐酸が好適である。

【0084】熱濃燐酸が満たされたウェハ処理槽10内に、Si₃N₄層が形成されたウェハをセットし、該ウェハを回転させながら、約0.5MHzの超音波を印加して、Si₃N₄層をエッチングした。この結果、Si₃N₄層が均一に約100nmエッチングされた。この時のエッチング速度の均一性は、ウェハの面内及びウェハ間で±3%以下であった。

【0085】【実施例6】この実施例は、多孔質シリコン層のエッチングに関する。多孔質シリコン層のエッチングには、弗酸、過酸化水素水、純水の混合液が好適である。

【0086】弗酸、過酸化水素水、純水の混合液が満たされたウェハ処理槽10内に、多孔質シリコン層を有するウェハをセットし、該ウェハを回転させながら、約0.25MHzの超音波を印加して、多孔質シリコン層をエッチングした。この結果、多孔質シリコン層が均一に5μmエッチングされた。この時のエッチング速度の均一性は、ウェハの面内及びウェハ間で±3%以下であった。

【0087】なお、K. Sakaguchi et al., Jpn. Appl. Phys. Vol. 34, part1, No. 2B, 842-847(1995)において、多孔質シリコンのエッチングのメカニズムが開示されている。この文献によると、多孔質シリコンは、エッチング液が毛細管現象によって多孔質シリコンの微細孔に染み込んで該微細孔の孔壁をエッチングすることによりエッチングされる。孔壁が薄くなると、該孔壁は自立できなくなり、最終的には多孔質層が全面的に崩壊しエッチングが終了する。

【0088】【実施例7】この実施例は、SOIウェハの製造方法に関する。図10は、本実施例に係るSOIウェハの製造方法を示す工程図である。

【0089】まず、第1の基板を形成するための単結晶Si基板501をHF溶液中において陽極化成して、多孔質Si層502を形成した(図10(a)参照)。この陽極化成条件は、以下の通りである。

【0090】

孔の内壁は熱酸化膜で覆われた。

【0091】次いで、多孔質Si層502上にCVD(C

hemical Vapor Deposition)法により $0.30\mu\text{m}$ の単結晶 Si 層 503 をエピタキシャル成長させた (図 10 (b) 参照)。このエピタキシャル成長条件は、以下の通りである。

【0092】ソースガス: $\text{SiH}_2\text{Cl}_2/\text{H}_2$

ガス流量 : $0.5/180 (\text{l}/\text{min})$

ガス圧力 : $80 (\text{Torr})$

温度 : $950 (^\circ\text{C})$

成長速度 : $0.3 (\mu\text{m}/\text{min})$

次いで、単結晶 Si 層 (エピタキシャル層) 503 上に 10 熱酸化により 200nm の SiO_2 層 504 を形成した (図 10 (c) 参照)。

【0093】次いで、このようにして形成した図 10 (c) に示す第 1 の基板と、第 2 の基板である Si 基板 505 とを、 SiO_2 層 504 を挟むようにして貼り合わせた (図 10 (d) 参照)。

【0094】次いで、第 1 の基板より単結晶 Si 基板 501 を除去して、多孔質 Si 層 502 を表出させた (図 10 (e) 参照)。

【0095】次いで、弗酸、過酸化水素水、純水の混合 20 液が満たされたウェハ処理層 10 内に、図 10 (e) に示すウェハをセットし、このウェハを回転させながら、約 0.25MHz の超音波を印加し、多孔質 Si 層 502 をエッチングした (図 10 (f) 参照)。この際、多孔質 Si 層 502 のエッチング速度の均一性は、面内及びウェハ間で $\pm 5\%$ 以下であった。このように、ウェハを回転させながら超音波を印加することにより、多孔質 Si の崩壊 (エッチング) をウェハ面内及びウェハ間で均一に促進することができる。

【0096】多孔質 Si 層 502 のエッチングにおい 30 て、単結晶 Si 層 (エピタキシャル層) 503 はエッチングストップ膜として機能する。したがって、多孔質 Si 層 502 がウェハの全面において選択的にエッチングされる。

【0097】すなわち、上記のエッチング液による単結晶 Si 層 503 のエッチング速度は極めて低く、多孔質 Si 層 502 と単結晶 Si 層 503 とのエッチング選択比は 10 の 5 乗以上である。したがって、単結晶 Si 層 503 がエッチングされる量は、数十 \AA 程度であり、実

第 1 段階:

電流密度 : $7 (\text{mA}/\text{cm}^2)$

陽極化成溶液 : $\text{HF} : \text{H}_2\text{O} : \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 1 : 1 : 1$

時間 : $5 (\text{min})$

多孔質 Si の厚み : $5.5 (\mu\text{m})$

第 2 段階:

電流密度 : $21 (\text{mA}/\text{cm}^2)$

陽極化成溶液 : $\text{HF} : \text{H}_2\text{O} : \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 1 : 1 : 1$

時間 : $20 (\text{sec})$

多孔質 Si の厚み : $0.5 (\mu\text{m})$

次いで、この基板を酸素雰囲気中において 400°C で 1 50 時間酸化させた。この酸化により多孔質 Si 層 502 の

用上無視できる。

【0098】図 10 (f) は、上記の工程により得られた SOI ウェハを示している。この SOI ウェハは、 SiO_2 層 504 上に $0.2\mu\text{m}$ 厚の単結晶 Si 層 503 を有する。この単結晶 Si 層 503 の膜厚を面内全面に亘って 100 点について測定したところ、膜厚は $201\text{nm} \pm 4\text{nm}$ であった。

【0099】この実施例では、さらに、水素雰囲気中において 1100°C で熱処理を約 1 時間施した。そして、SOI ウェハの表面の粗さを原子間力顕微鏡で評価したところ、 $5\mu\text{m}$ 角の領域における平均自乗粗さは約 0.2nm であった。これは、通常市販されている Si ウェハと同等の品質である。

【0100】また、上記の熱処理の後に、透過電子顕微鏡によって SOI ウェハの断面を観察した。その結果、単結晶 Si 層 503 には、新たな結晶欠陥が発生しておらず、良好な結晶性が維持されていることが確認された。

【0101】 SiO_2 膜は、上記のように第 1 の基板の単結晶 Si 膜 (エピタキシャル層) 503 上に形成する他、第 2 の基板 505 の表面に形成しても良いし、両者に形成しても良く、この場合においても上記と同様の結果が得られた。

【0102】また、第 2 の基板として、石英等の光透過性のウェハを用いても、上記の工程により良好な SOI ウェハを形成することができた。ただし、石英 (第 2 の基板) と単結晶 Si 層 503 との熱膨張係数の際により単結晶 Si 層 503 にスリップが入ることを防止するため、水素雰囲気中での熱処理は、 1000°C 以下の温度で行った。

【0103】[実施例 8] この実施例は、SOI ウェハの他の製造方法に関する。図面により表現できる工程は、図 10 に示す工程と同様であるため、図 10 を参照しながら説明する。

【0104】先ず、第 1 の基板を形成するための単結晶 Si 基板 501 を HF 溶液中において陽極化成して多孔質 502 を形成した (図 10 (a) 参照)。この陽極化成条件は、以下の通りである。

【0105】

孔の内壁は熱酸化膜で覆われた。

【0106】次いで、多孔質Si層502上にCVD(Chemical Vapor Deposition)法により0.15 μ mの単結晶Si層503をエピタキシャル成長させた(図10

(b)参照)。このエピタキシャル成長条件は、以下の通りである。

【0107】ソースガス: $\text{SiH}_4/\text{Cl}_2/\text{H}_2$

ガス流量: 0.5/180 (l/min)

ガス圧力: 80 (Torr)

温度: 950 ($^{\circ}\text{C}$)

成長速度: 0.3 ($\mu\text{m}/\text{min}$)

次いで、単結晶Si (エピタキシャル層) 503上に酸化により100nmの SiO_2 層504を形成した(図10(c)参照)。

【0108】次いで、このようにして形成した図10(c)に示す第1の基板と、第2のSi基板505とを、 SiO_2 層504を挟むようにして貼り合わせた(図10(d)参照)。

【0109】次いで、電流密度を21mA/cm²(第2段階)として形成した多孔質Si層を境にして、貼り合わせウェハを2枚に分離し、第2の基板505側の表面上に、多孔質Si層503を表出させた(図10(e)参照)。貼り合わせたウェハの分離方法としては、1)両基板を機械的に引っ張る、2)ねじる、3)加圧する、4)楔をいれる、5)端面から酸化して剥がす、6)熱応力を利用する、7)超音波を当てる等があり、これらの方法を任意に選択して採用し得る。

【0110】次いで、弗酸、過酸化水素水、純水の混合液が満たされたウェハ処理層10内に、図10(e)に示すウェハをセットし、このウェハを回転させながら、約0.25MHzの超音波を印加し、多孔質Si層502をエッチングした(図10(f)参照)。この際、多孔質Si層502のエッチング速度の均一性は、面内及びウェハ間で $\pm 5\%$ 以下であった。このように、ウェハを回転させながら超音波を印加することにより、多孔質Siの崩壊(エッチング)をウェハ面内及びウェハ間で均一に促進することができる。

【0111】多孔質Si層502のエッチングにおいて、単結晶Si層(エピタキシャル層)503はエッチングストップ膜として機能する。したがって、多孔質Si層502がウェハの全面において選択的にエッチングされる。

【0112】すなわち、上記のエッチング液による単結晶Si層503のエッチング速度は極めて低く、多孔質Si層502と単結晶Si層503とのエッチング選択比は10の5乗以上である。したがって、単結晶Si層503がエッチングされる量は、数十Å程度であり、実用上無視できる。

【0113】図10(f)は、上記の工程により得られたSOIウェハを示している。このSOIウェハは、S

SiO_2 層504上に0.1 μ m厚の単結晶Si層503を有する。この単結晶Si層503の膜厚を面内全面に亘って100点について測定したところ、膜厚は101nm \pm 3nmであった。

【0114】この実施例では、さらに、水素雰囲気中において1100 $^{\circ}\text{C}$ で熱処理を約1時間施した。そして、SOIウェハの表面の粗さを原子間力顕微鏡で評価したところ、5 μ m角の領域における平均自乗粗さは約0.2nmであった。これは、通常市販されているSiウェハと同等の品質である。

【0115】また、上記の熱処理の後に、透過電子顕微鏡によってSOIウェハの断面を観察した。その結果、単結晶Si層503には、新たな結晶欠陥が発生しておらず、良好な結晶性が維持されていることが確認された。

【0116】 SiO_2 膜は、上記のように第1の基板の単結晶Si膜(エピタキシャル層)503上に形成する他、第2の基板505の表面に形成しても良いし、両者に形成しても良く、この場合においても上記と同様の結果が得られた。

【0117】また、第2の基板として、石英等の光透過性のウェハを用いても、上記の工程により良好なSOIウェハを形成することができた。ただし、石英(第2の基板)と単結晶Si層503との熱膨張係数の際により単結晶Si層503にスリップが入ることを防止するため、水素雰囲気中での熱処理は、1000 $^{\circ}\text{C}$ 以下の温度で行った。

【0118】この実施例においては、貼り合わせたウェハを2枚に分離して得られた第1の基板側(以下、分離基板)を再利用することができる。すなわち、分離基板の表面に残留する多孔質Si膜を、上記の多孔質Si膜のエッチング方法と同様の方法で選択的にエッチングして、その結果物を処理(例えば、水素雰囲気中でのアニール、表面研磨等の表面処理)することにより分離基板を第1の基板または第2の基板として再利用することができる。

【0119】第7及び第8の実施例では、多孔質Si層上の単結晶Si層を形成するためにエピタキシャル成長法を採用した例であるが、単結晶Si層の形成には、CVD法、MBE法、スパッタ法、液相成長法等の他の様々な方法を使用し得る。

【0120】また、多孔質Si層上には、GaAs、InP等の単結晶化合物半導体層をエピタキシャル成長法により形成することができ、この場合、“GaAs on Si”、“GaAs on Glass (Quartz)”等の高周波デバイスや、OEICに適したウェハを作製することもできる。

【0121】また、多孔質Si層を選択的にエッチングするためのエッチング液としては、例えば49%弗酸と30%過酸化水素水との混合液が好適であるが、以下の

10

20

30

40

50

エッチング液も好適である。多孔質 S i は、膨大な表面積を有するため、選択的なエッチングが容易だからである。

【 0 1 2 2 】 (a) 弗酸

(b) 弗酸にアルコールおよび過酸化水素水の少なくとも一方を添加した混合液

(c) バッファード弗酸

(d) バッファード弗酸にアルコールおよび過酸化水素水の少なくとも一方を添加した混合液

(e) 弗酸・硝酸・酢酸の混合液

なお、他の工程についても、上記の実施例における条件に限定されず、様々な条件を採用し得る。

【 0 1 2 3 】

【発明の効果】本発明に拠れば、パーティクルによるウェハの汚染が低減され、ウェハに施す処理が均一化される。

【 0 1 2 4 】

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係るウェハ処理装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 2】図 1 に示すウェハ処理装置の断面図である。

【図 3】ウェハ回転部材の構成例を示す斜視図である。

【図 4】ウェハ回転部材を持ち上げ方向に回転させた場合のウェハの運動を示す図である。

【図 5】オリエンテーション・フラットを有するウェハの運動を示す図である。

【図 6】ウェハ回転ロッドの他の構成例を示す断面図である。

【図 7】ウェハ回転ロッドのさらに他の構成例を示す断面図である。

【図 8】ウェハ回転ロッドの断面形状の例を示す図である。

【図 9】モータが発生する駆動トルクをウェハ回転部材

の回転軸に伝達する機構を示す図である。

【図 1 0】半導体ウェハの製造方法を示す工程図である。

【符号の説明】

1 0 ウェハ処理槽

1 1 軸支持部材

1 1 a 軸受部

2 0 オーバーフロー槽

2 1 循環器

10 2 1 a 排出パイプ

2 1 b 供給パイプ

2 1 c 供給口

3 0 超音波槽

3 1 超音波源

3 2 調整機構

4 0 ウェハ

4 1 ウェハホルダ

4 2 位置合せ部材

5 0 ウェハ回転部材

20 5 2 回転軸

5 3 ウェハ回転ロッド

5 3 a ~ 5 3 c 溝

5 4 連結ロッド

5 5 クランク

5 7 連結ロッド

5 8 軸受部

5 9 モータ

1 0 0 ウェハ処理装置

5 0 1 単結晶 S i 基板

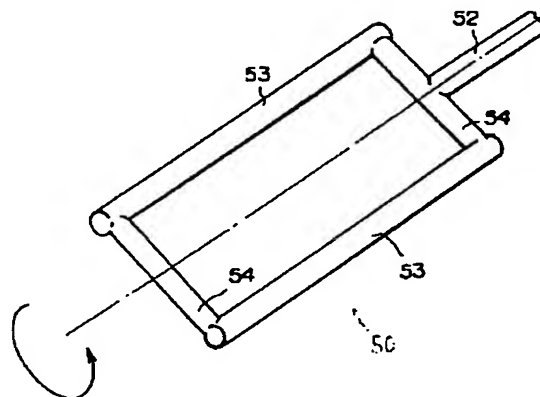
30 5 0 2 多孔質 S i 層

5 0 3 非多孔質層

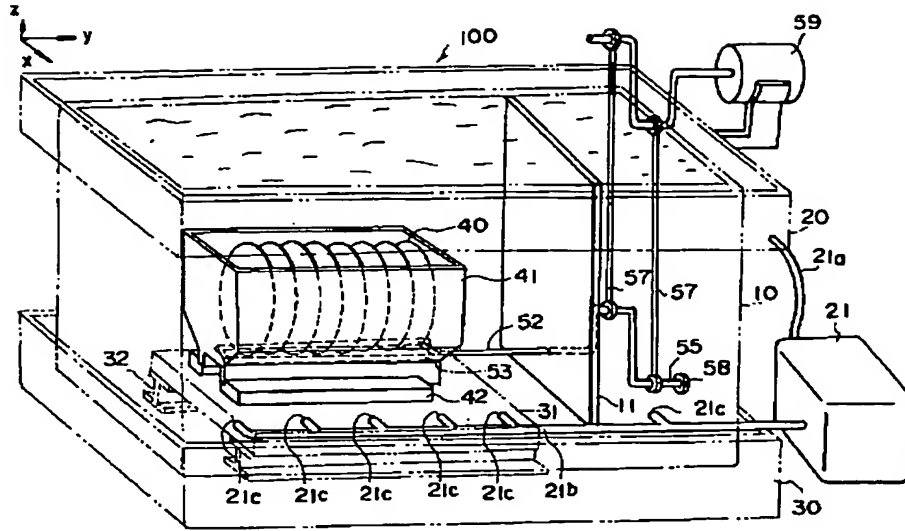
5 0 4 S i O₂ 層

5 0 5 第 2 の基板

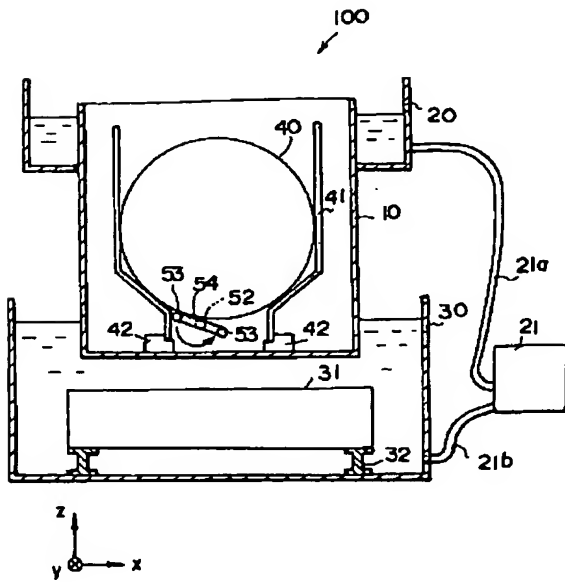
【図 3】



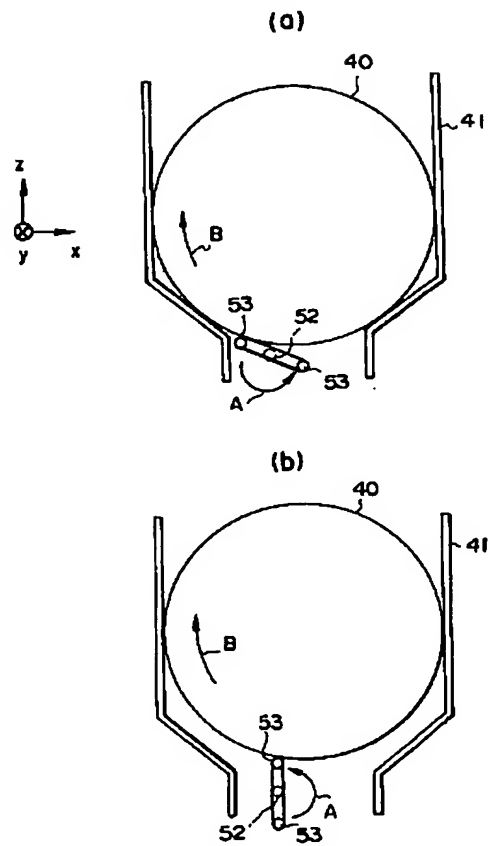
【図 1】



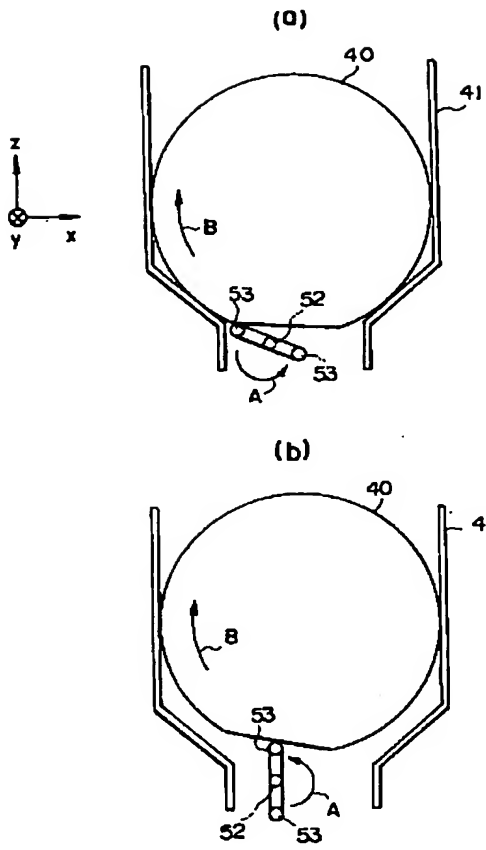
【図 2】



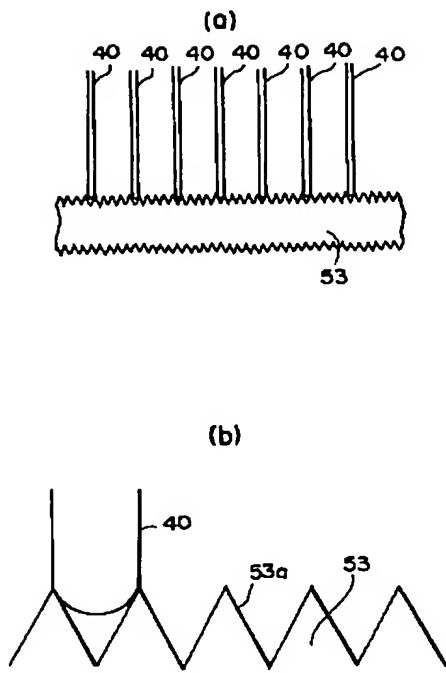
【図 4】



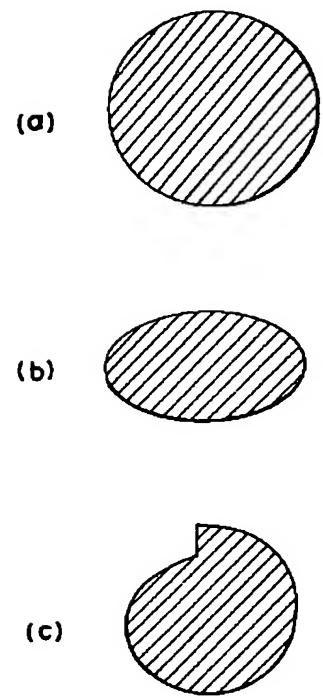
【図 5】



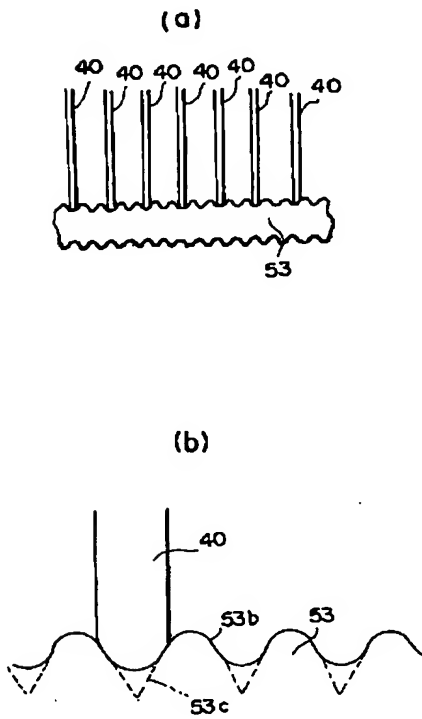
【図 6】



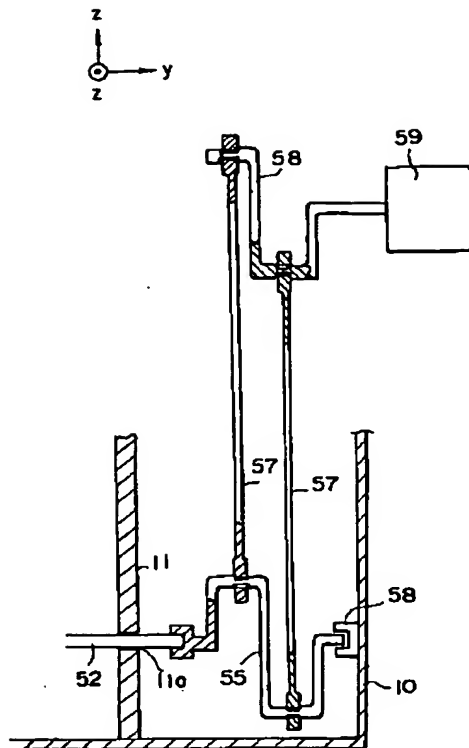
【図 8】



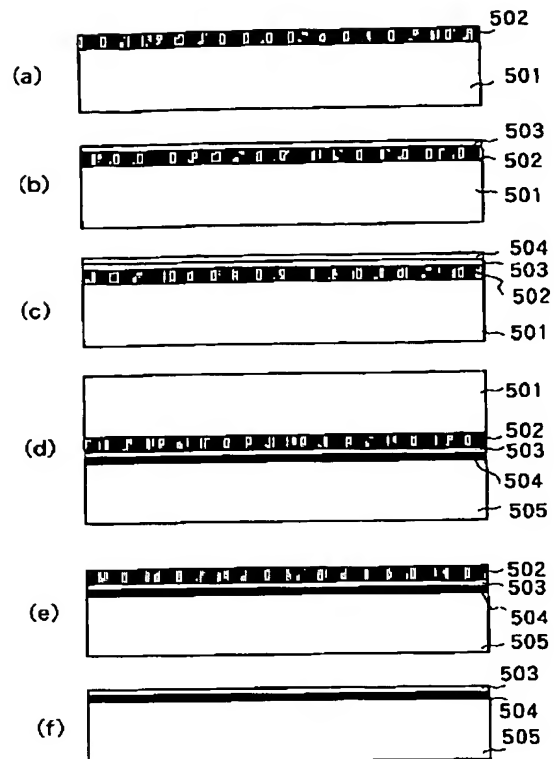
【図 7】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72) 発明者 坂口 清文
 東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ
 ノン株式会社内
- (72) 発明者 柳田 一隆
 東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ
 ノン株式会社内